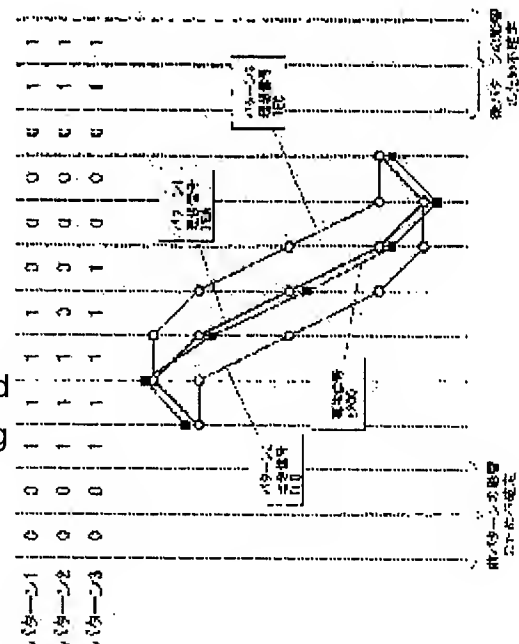


(11)Publication number : **2003-151219**
(43)Date of publication of application : **23.05.2003**

(21)Application number : **2001-345188** (71)Applicant : **TOSHIBA CORP**
(22)Date of filing : **09.11.2001** (72)Inventor : **KASHIWABARA YUTAKA**
NAGAI YUJI
OGAWA AKITO

distribution of distance differences D for a plurality of reproduced signal samples is obtained. A quality evaluation parameter (M/σ) of the reproduced signal is determined on the basis of a ratio of standard deviation σ of the distribution of obtained distance differences D to an



average M of the obtained distance differences D . The quality of the reproduced signal is discriminated in accordance with an evaluation index value (Mgn) represented by the quality evaluation parameter.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-151219

(P2003-151219A)

(43) 公開日 平成15年5月23日 (2003.5.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F i	ページ(参考)
G 1 1 B 20/14	3 4 1	G 1 1 B 20/14	3 4 1 B 5 D 0 4 4
7/005		7/005	B 5 D 0 9 0
20/10	3 2 1	20/10	3 2 1 Z
20/18	5 0 1	20/18	5 0 1 C
	5 2 2		5 2 2 Z

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-345188(P2001-345188)

(22) 出願日 平成13年11月9日 (2001.11.9)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 柏原 裕

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社

東芝柳町事業所内

(72) 発明者 長井 裕士

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社

東芝柳町事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 餘江 武彦 (外6名)

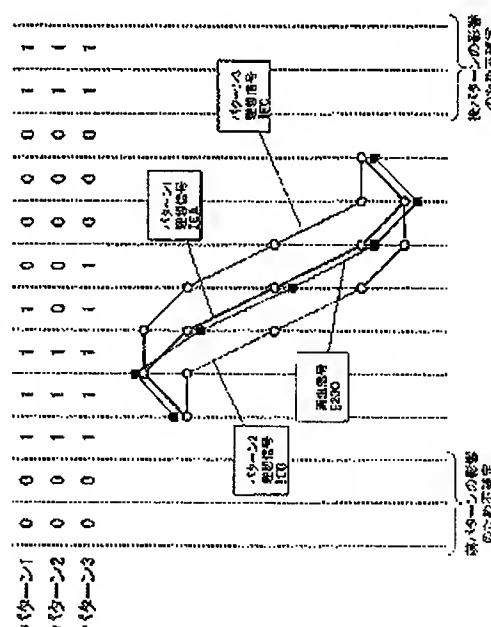
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号品質評価方法、情報記録再生システム、記録補償方法、および情報媒体

(57) 【要約】

【課題】 再生信号の品質評価。

【解決手段】 所定の再生信号、この再生信号の信号波形パターンに対応した第1のパターン、およびこの第1のパターン以外であって再生信号の信号波形パターンに対応した任意のパターン(第2または第3のパターン)が用いられる。まず、再生信号と第1のパターンとの間の距離 E_o と、再生信号と任意のパターンとの間の距離 E_e との間の距離差 $D = E_e - E_o$ が求められる。次に、複数の再生信号のサンプルについて距離差 D の分布が求められる。次に、求めた距離差 D の平均 M と求めた距離差 D の分布の標準偏差 σ との比に基づいて、再生信号の品質評価パラメータ(M/σ)が定められる。そして、品質評価パラメータで表される評価指標値(Mgn)から、再生信号の品質が判断される。



(2)

特開 2003-151219

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の再生信号、この再生信号の信号波形パターンに対応した第 1 のパターン、およびこの第 1 のパターン以外であって前記再生信号の信号波形パターンに対応した任意のパターンを用いるものであって、

前記再生信号と前記第 1 のパターンとの間の距離 E_0 と、前記再生信号と前記任意のパターンとの間の距離 E_e との間の距離差 D を求め、

複数の前記再生信号のサンプルについて前記距離差 D の分布を求め、

前記求めた距離差 D の平均 M と前記求めた距離差 D の分布の標準偏差 σ との比に基づいて前記再生信号の品質評価パラメータを定め、

前記品質評価パラメータで表される指標値から、前記再生信号の品質を判断するように構成したことを特徴とする信号品質評価方法。

【請求項 2】 前記再生信号の品質は、前記指標値が所定の値以上であるかどうかに基づいて判断するように構成したことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】 信号サンプルの振幅値から信号内容を識別する方法を利用するシステムにおいて、

符号ビット列 “10” または “01” を含む第 1 のパターンと、前記符号ビット列 “10” または “01” に対応する箇所が “11” である第 2 のパターンと、前記符号ビット列 “10” または “01” に対応する箇所が “00” である第 3 のパターンとを提供するパターン提供手段と；所定の情報記録媒体を用いて前記第 1 のパターンを記録再生する記録再生手段と；前記記録再生手段による前記第 1 のパターンの再生信号が前記第 2 のパターンに対応するものとして識別される第 1 の確率と、第 3 のパターンに対応するものとして識別される第 2 の確率とから、前記情報記録媒体に対する記録信雑量を算出する信雑量算出手段とを備えたことを特徴とする情報記録再生システム。

【請求項 4】 前記信雑量算出手段により算出される前記記録信雑量は、

前記情報記録媒体に前記第 1 のパターンを記録したときにこの前記情報記録媒体から得られる前記再生信号が前記第 2 のパターンに対応するものと誤認される第 1 の誤り易さと、

前記情報記録媒体に前記第 1 のパターンを記録したときにこの前記情報記録媒体から得られる前記再生信号が前記第 3 のパターンに対応するものと誤認される第 2 の誤り易さとが実質的に等しくなるように設定されるように構成されたことを特徴とする請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】 所定の再生信号、この再生信号の信号波形パターンに対応した第 1 のパターン、この第 1 のパターン以外であって前記再生信号の信号波形パターンに対応した第 2 のパターン、および前記第 1 および第 2 のパターン以外であって前記再生信号の信号波形パターンに対

10

20

30

40

50

応した第 3 のパターンを用いて、情報記録媒体に情報記録を行いまたは記録情報の再生を行うものにおいて、前記再生信号と前記第 1 のパターンとの間の第 1 距離 E_1 と、前記再生信号と前記第 2 のパターンとの間の第 2 距離 E_2 と、前記再生信号と前記第 2 のパターンとの間の第 3 距離 E_3 とを求め、

前記第 1 距離 E_1 と前記第 2 距離 E_2 との間の第 1 距離差 $D_2 = E_2 - E_1$ と、前記第 1 距離 E_1 と前記第 3 距離 E_3 との間の第 2 距離差 $D_3 = E_3 - E_1$ とを求め、

複数の前記再生信号のサンプルについて、前記第 1 距離差 D_2 の分布および前記第 2 距離差 D_3 の分布を求め、前記求めた第 1 距離差 D_2 の平均 M_2 および前記求めた第 2 距離差 D_3 の平均 M_3 および前記求めた第 2 距離差 D_3 の分布の標準偏差 σ_3 とを求め、

$(\sigma_2 * M_3 + \sigma_3 * M_2) / (\sigma_2 + \sigma_3)$ の関係から記録信雑パラメータを求め、

前記記録信雑パラメータに基づいて、前記情報記録媒体に対する信号記録波形を補償するように構成されたことを特徴とする記録補償方法。

【請求項 6】 前記求めた前記第 1 距離差 D_2 の分布および前記第 2 距離差 D_3 の分布の全体を、前記第 1 距離差 D_2 または前記第 2 距離差 D_3 の軸上に沿って、前記求めた記録信雑パラメータに対応する大きさだけシフトさせることにより、

前記情報記録媒体に前記第 1 のパターンを記録したときにこの前記情報記録媒体から得られる前記再生信号が前記第 2 のパターンに対応するものと誤認される第 1 の誤り易さと、

前記情報記録媒体に前記第 1 のパターンを記録したときにこの前記情報記録媒体から得られる前記再生信号が前記第 3 のパターンに対応するものと誤認される第 2 の誤り易さとが実質的に等しくなるように設定されることを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】 請求項 1 または請求項 2 に記載された前記第 1 のパターンおよび／または前記任意のパターンを記録する領域を持つように構成されたことを特徴とする情報媒体。

【請求項 8】 請求項 3 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載された前記第 1 ないし第 3 のパターンのうちの、一部もしくは全部を記録する領域を持つように構成されたことを特徴とする情報媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、光ディスク等の情報媒体を用いた情報記録再生における信号処理の改良に関する。より具体的には、情報記録再生における信号品質の評価方法、情報記録再生システムの改善、記録補償方法の改善、およびこれらの方法／システムで用いられる情報媒体に関する。

3

【0002】

【従来の技術】光ディスクを用いた情報記録システムの公知例として、特開2000-90436号がある。この公知例に開示されたシステムの概要は、次のようになっている。すなわち、光ディスクに記録された情報は、PUH（ピックアップヘッド）を用いて微弱なアナログ信号として再生される。再生されたアナログ信号は、ブリアンプで増幅され十分な信号レベルとなった後、レベルライザでマーク/スペースに対応した2値化信号となる。

【0003】一方、この2値化信号に位相同期したチャネルクロックが、PLL（位相ロックループ）回路により生成される。上記2値化信号およびチャネルクロックから、パラメータ算出手段により波形補正値が算出される。上記波形補正値、記録データおよび基準クロックから、記録波形作成手段により、記録波形パルスが作成される。この記録波形パルスに応じたレーザ光がPUHから光ディスクに照射され、記録データに相当する情報がマーク/スペースとして光ディスクに記録される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記公知例の技術では、2値化信号の立ち上がりエッジあるいは立ち下がりエッジとチャネルクロックとの位相差から、波形補正値を算出している。これは、再生信号内容の識別方式としてスライス方式が採用されている場合には有効であるが、積分検出方式のように再生信号サンプルの振幅値から再生信号を識別する方式には適用できない。特に、ブルーレーザを用いた光ディスクシステムのように記録密度が高くなる場合では、識別方式にスライス方式を採用するのは不十分であり、PRML（Partial Response and Maximum Likelihood）方式のような高級な識別方式が必要になる。このPRML方式も再生信号サンプルの振幅値から識別する方式であり、上記公知例の技術では対応できない。すなわち、再生信号サンプルの振幅値から再生信号を識別するものにおいて、再生信号の品質を適切に評価することができず、あるいは適切な波形補正値の算出をすることができない。

【0005】この発明は上記事情に鑑みなされたもので、その目的は、再生信号サンプルの振幅値から再生信号を識別するものにおいて、再生信号の品質を適切に評価することができる方法を提供することである。

【0006】あるいは、再生信号サンプルの振幅値から再生信号を識別するものにおいて、適切な波形補正値の算出をすることができるシステムあるいは方法を提供することである。

【0007】この発明の他の目的は、上記方法あるいはシステムにおいて使用される情報媒体を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

(3)

特開2003-151219

4

に、この発明の一実施に係る信号品質評価方法では、所定の再生信号（E200）、この再生信号（E200）の信号波形パターンに対応した第1のパターン、およびこの第1のパターン以外であって前記再生信号（E200）の信号波形パターンに対応した任意のパターンが用いられる。ここで、まず前記再生信号（E200）と前記第1のパターンとの間の距離Eoと、前記再生信号（E200）と前記任意のパターンとの間の距離Eeとの間の距離差D（=Ee-Eo；式18）が求められる。次に、複数の前記再生信号のサンプルについて、前記距離差Dの分布（図5）が求められる。次に、前記求めた距離差Dの平均Mと前記求めた距離差Dの分布の標準偏差σとの比に基づいて前記再生信号（E200）の品質評価パラメータ（M/σ；式19）が定められる。そして、前記品質評価パラメータ（M/σ）で表される指標値（式19の評価指標値Mgn）から、前記再生信号（E200）の品質が判断される。

【0009】あるいは、この発明の一実施に係る情報記録再生システムでは、信号サンプルの振幅値から信号内容を識別する方法（PRML方式）が利用される。このシステムにおいて、符号ビット列“10”または“01”を含む第1のパターンと、前記符号ビット列“10”または“01”に対応する箇所が“11”である第2のパターンと、前記符号ビット列“10”または“01”に対応する箇所が“00”である第3のパターンとを提供するパターン提供手段（パターンメモリ212）と；所定の情報記録媒体（光ディスク100）を用いて前記第1のパターンを記録再生する記録再生手段（200、230）と；前記記録再生手段（200、230）による前記第1のパターンの再生信号（E200）が前記第2のパターンに対応するものとして識別される第1の確率（図5左）と、第3のパターンに対応するものとして識別される第2の確率（図5右）とから、前記情報記録媒体（100）に対する記録補償値（WC）を算出する補償値算出手段（202～224）とが用いられる。

【0010】あるいは、この発明の一実施に係る記録補償方法は、所定の再生信号（E200）、この再生信号（E200）の信号波形パターンに対応した第1のパターン、この第1のパターン以外であって前記再生信号（E200）の信号波形パターンに対応した第2のパターン、および前記第1および第2のパターン以外であって前記再生信号（E200）の信号波形パターンに対応した第3のパターンを用いて、情報記録媒体（光ディスク100）に情報記録を行いまたは記録情報の再生を行うものに利用される。この方法では、前記再生信号（E200）と前記第1のパターンとの間の第1距離E1（式2）と、前記再生信号（E200）と前記第2のパターンとの間の第2距離E2（式3）と、前記再生信号（E200）と前記第3のパターンとの間の第3距離E3（式4）とが求められる。次に、前記第1距離E1と

5

前記第2距離E2との間の第1距離差D2 = E2 - E1 (式7)と、前記第1距離E1と前記第3距離E3との間の第2距離差D3 = E3 - E1 (式8)とが求められる。次に、複数の前記再生信号のサンブルについて、前記第1距離差D2の分布(図5左)および前記第2距離差D3の分布(図5右)が求められる。次に、前記求めた第1距離差D2の平均M2および前記求めた第1距離差D2の分布(図5左)の標準偏差σ2と、前記求めた第2距離差D3の平均M3および前記求めた第2距離差D3の分布(図5右)の標準偏差σ3とが求められる。次に、 $(\sigma 2 * M 3 + \sigma 3 * M 2) / (\sigma 2 + \sigma 3)$ の関係から記録補償パラメータ(式13のEc;単位はユークリッド距離)が求められる。こうして求められた前記記録補償パラメータ(Ec)に基づいて、前記情報記録媒体(100)に対する信号記録波形(図8のb~dなど)が生成される(記録波形の適応制御)。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の様々な実施の形態に係る信号品質評価方法、情報記録再生システム、記録補償方法、および情報媒体を説明する。

【0012】図1は、この発明の一実施の形態に係る情報記録再生システム(第1の実施の形態)の構成を説明する図である。

【0013】図1において、光ディスク100にマーク/スペース(図示せず)として記録された情報は、ピックアップヘッド(PUH)200を介して、微弱なアナログ再生信号E200として読み出される。このアナログ再生信号E200は、プリアンプ202で十分な大きさに増幅される。増幅されたアナログ再生信号E202は、A/D変換器204によりデジタル再生信号E204へ変換される。このデジタル再生信号E204は遅延器206により適宜遅延され、遅延された信号E206は距離計算機208A~208Cそれぞれに入力される。

【0014】一方、パターン判別器210の内部には、予め設定された数種類のパターンが登録されている。パターン判別器210は、光ディスク100に記録しようとする記録データRDと内部に登録パターンとが一致(または対応)した場合に、一致(または対応)したパターンが登録されたどのパターンであるかを示すパターン指示信号E210aを出力する(使用するパターンが例えば3種類ならば、信号E210aは2ビットあればよい)。

【0015】パターンメモリ212は、パターン判別器210からのパターン指示信号E210aの内容に従って、内部に登録された3種類の2値パターン(各々、パターン1、パターン2、パターン3とする)を出力する。出力された3種類の2値パターン(パターン1、パターン2、パターン3)は、それぞれ、理想信号算出器

(4)

特開2003-151219

6

214A~214Cに供給される。

【0016】理想信号算出器214A~214Cでは、供給された2値パターン(パターン1、パターン2、パターン3)から、使用するPR特性(パルスレスポンス特性)に応じた理想的な再生信号(以下、理想信号という;理想信号の信号パターンと再生信号との関係は、図4を参照して後述する)E214A~E214Cが作成される。

【0017】作成された理想信号E214A~E214Cは、それぞれ、距離計算機208A~208Cに供給される。各距離計算機208A~208Cには、遅延器206により適宜遅延された信号E206が入力されている。遅延器206による遅延量は、理想信号E214A~E214Cと再生信号E204との位相が合うように、設定される。

【0018】距離計算機208A~208Cでは、理想信号E214A~E214Cと再生信号E204との間の距離(後述するユークリッド距離)が計算される(算出された距離を各々、E1、E2、E3とする)。算出された距離E1およびE2は減算器216に入力され、算出された距離E1およびE3は減算器218に入力される。減算器216は距離E2と距離E1の差(E2-E1)を算出し、減算器218は距離E3と距離E1の差(E3-E1)を算出する。算出された差(E2-E1)および(E3-E1)は、それぞれ、距離差メモリ220および222に蓄えられる。

【0019】ここで、上記差(E2-E1およびE3-E1)を距離差メモリ220および222内の何処に蓄えるかは、パターン判別器210から出力されるメモリセレクト信号E210bに依存する(つまり、メモリ220および222への書込/読出アドレスは信号E210bにより決定できるようになっている)。

【0020】所定量のデータが光ディスク100から記録再生された時点で、パラメータ算出部224は、距離差メモリ220および222に蓄えられたデータから、記録波形の波形補償量WCを算出する。すなわち、パラメータ算出部224は、距離差メモリ220および222から読み出された距離差データE220(=E2-E1)およびE222(=E3-E1)に基づいて所定のパラメータ演算を行い、波形補償量WCを出力する。この波形補償量WC、基準クロックRCおよび記録データRDが記録波形作成部230に供給される。記録波形作成部230は、供給された基準クロックRCと記録データRDと波形補償量WCから、適宜波形補償された(適応制御された)記録波形パルスE230を生成する。PUH200は、生成された記録波形パルスE230を用いて、光ディスク100上に情報を記録する。

【0021】なお、記録波形作成部230は、例えば図7の(a)に示すような周期Tの基準クロックRC、および図7の(b)に示すような長さnTのNRZI(Nb

(5)

特開2003-151219

7

8

n-Return to Zero Inverted) 波形(記録データRDに対応)が与えられると、図7の(c)に示すような波形の記録パルスE230を生成するように構成されている。また、記録波形作成部230は、与えられた波形補償量WCに応じて、図7の(c)に示す記録パルスE230の例えば先頭パルス(ファーストパルス)のパルス幅を増減させるように構成されている。このように、基準クロックRC、記録データRDおよび波形補償量WCに応じて変化する記録波形E230を生成する記録波形作成部230の内部構成の具体例は、例えば前述した特開2000-90436号に「記録波形作成手段」として具体的な開示がある(ただし特開2000-90436号の実施の形態における波形補償量WCAと本願発明の実施の形態における波形補償量WCとは内容が異なる)。

【0022】本願発明の実施の形態における波形補償量WCがどのようにして得られるのかについては、図6その他を適宜参照して後述する。また、得られた波形補償量WCにより記録波形パルスE230の波形がどのように補償されるのかについては、図7、図8その他を適宜参照して後述する。

【0023】図2は、図1のシステム(装置)で用いられる理想信号算出器214(各214A~214C)の構成を説明する図である。ここでは、パーシャルレスポンス特性としてPR(1,2,2,1)特性を用いたときの理想信号算出器214の構成を例示している。この算出器214は、一般的な4タップのFIR(Finite Impulse Response)フィルタであり、そのタップ係数は、1、2、2、1となっている。

【0024】具体的には、理想信号算出器214内では、遅延時間が1T(基準クロックRCの1周期相当)の遅延器2141~2143が直列接続され、初段の遅延器2141に所定パターン(パターン1、2、または3)のビット列E212が入力される。入力されたビット列は、後続の遅延器2142~2143により、基準クロックRCに同期して1Tずつ遅延される。遅延前のビット列E212は係数「1」で加算器2140に入力される。遅延器2141により1T遅延されたビット列は、係数器2144により係数「×2」が掛けられて、加算器2140に入力される。遅延器2142により更に1T遅延されたビット列は、係数器2145により係数「×2」が掛けられて、加算器2140に入力される。遅延器2143により更に1T遅延されたビット列は、係数「1」で加算器2140に入力される。こうして、加算器2140から、PR(1,2,2,1)特性に対応した演算を受けた理想信号E214(E214A、E214B、またはE214C)を得ることができる。 *

$$\sum_{n=0}^N \{PA(n) - PB(n)\}^2 \quad \dots (1)$$

で与えられる。

【0032】以下、具体例を挙げてユークリッド距離に

*【0025】この理想信号算出器214に例えば“00010000”という系列(E212)が入力されると、その出力は“00012210”となる。同様に、“000110000”が入力されると“000134310”が出力され、“0001110000”が入力されると“000135531”が出力され、“00011110000”が入力されると“00013565310”が出力される。PR(1,2,2,1)特性では、このFIRフィルタの出力(E214)は、“0、1、2、3、4、5、6”の7レベルのいずれかになる。

【0026】以下、便宜上、符号ビット“1”がn個連続する系列をnTマーク、同様に符号ビット“0”がn個連続する系列をnTスペースと表現する。ここで、変調符号にRLL(1,7)符号(RLL: Run-Length Limited)を使用する場合には、記録データ中に現れる系列は、2T~8Tのマークおよびスペースに限定される。【0027】以下に説明する実施の形態では、長さを2T、3T、≥4Tの3種類に分け、マークとスペースとをペアにして、パターン毎に記録補償量を求めるようにしている。

【0028】図3は、図1のシステム(装置)で用いられるパターンメモリ212の内容(パターン1、2、3)と距離差メモリ220/222の内容(マーク後端制御用、マーク前段制御用)との関係の一例を説明する図である。

【0029】例えば、図3右の第1行目は、2Tマーク/2Tスペースを記録するためのパターンを示している。この第1行目のパターンを用いて算出される結果(MEC)は、マーク後端制御用の距離差メモリ220/222の矢印で示される箇所に対応するアドレスに答えられる。

【0030】ここで、パターン2、3がどのように選ばれているかの一例を説明する。パターン2は、パターン1の中央に出現する符号ビット列“10”(または“01”)に対応する箇所が“00”(または“11”)である条件と、変調符号(RLL(1,7)等)の規則を満たすという条件の下に、パターン1の理想信号(後述する図4のIEA)に対するユークリッド距離が最小となるパターンを採用している。また、パターン3は、パターン1の中央に出現する符号ビット列“10”(または“01”)に対応する箇所が“11”(または“00”)である条件と、変調符号(RLL(1,7)等)の規則を満たすという条件の下に、パターン1の理想信号(図4のIEA)に対するユークリッド距離が最小となるパターンを採用している。

【0031】なお、長さの同じ2つの系列を各々PA(n)、PB(n)(ここでn=0~N)としたとき、ユークリッド距離は、

について説明する。図3の第2行では、パターン1として、“000111001111”が採用されている。これに対し、

9

パターン2としては、“000110001111”が採用されている。パターン1、2の違いは、中央ビットが“10”であるか“00”であるかの違いのみである。

【0033】パターン1の理想信号(図4のIEA)は“000135532356531”であり、パターン2の理想信号(図4のIEB)は“000134311356531”である。これら2系列のユークリッド距離は「10」である。ここで、中央ビットが“00”のパターンであり、かつ、その理想信号とパターン1の理想信号とのユークリッド距離が「10」以下となるのは、上記“000110001111”のみである。このことから、“000110001111”がパターン2として採用される。

【0034】図3の第2行のパターン3に着目すると、“000111100111”が採用されている。パターン1の中央ビット“10”を“11”に変えたパターンは、“000111101111”である。パターン“000111101111”の理想信号“000135654456531”とパターン1の理想信号“000135532356531”とのユークリッド距離は「10」であり、中央ビットが“11”のパターンであり、かつ、その理想信号とパターン1の理想信号とのユークリッド距離が「10」以下となるのは、パターン“000111101111”のみである。しかし、パターン“000111101111”には、ビット系列“101”が含まれており、変調符号(RLL(1,7))の規則に違反するため、“000111101111”はパターン3として採用されない。パターン3として採用されるのは、変調符号(RLL(1,7))の規則を満たすパターン“000111100111”である。

【0035】このパターン“000111100111”の理想信号“000135653235531”とパターン1の理想信号“000135532356531”とのユークリッド距離は「12」である。変調符号(RLL(1,7))の規則を満たし、中央ビットが“11”のパターンであり、かつ、その理想信号とパターン1の理想信号とのユークリッド距離が「12」以下となるのは、上記“000111100111”のみである。このことから、“000111100111”がパターン3として採用される。

【0036】次に、この発明の実施の形態における記録縮減量の算出方法の基本概念について、図4～図6その他を適宜参照しながら説明する。

【0037】図4は、図1の構成における再生信号(E200)とパターン1～3の理想信号(IEA, IEB, IEC)との関係を説明する図である。いま、図1のパターン判別器210により選択されるパターン1、2、3各々が、例えば図4の上部に示されるような内容である場合を考える。パターン1、2、3から算出される理想信号IEA, IEB, IECは、各々図4の下部に示されるような波形に対応するものとなる。この実施の形態におけるPR特性は、拘束長「4」のPR(1,2,2,1)であるため、パターン1、2、3の先頭3ビット分と後端3ビット分の理想信号は不確定である。

(6)

特開2003-151219

10

【0038】図4で示されるパターン1、2、3の理想信号系列(IEA, IEB, IEC)を各々P1(t), P2(t), P3(t)とし、再生信号をY(t)とする。すると、P1(t), P2(t), P3(t)とY(t)とのユークリッド距離E1, E2, E3は、

$$E1 = \sum \{Y(t) - P1(t)\}^2 \quad \dots (2)$$

$$E2 = \sum \{Y(t) - P2(t)\}^2 \quad \dots (3)$$

$$E3 = \sum \{Y(t) - P3(t)\}^2 \quad \dots (4)$$

となる。パターン1を記録したにも拘わらず、その再生信号の識別結果がパターンE2となる条件は、

$$E1 > E2 \quad \dots (5)$$

同様に、パターン1を記録したにも拘わらず、その再生信号の識別結果がパターンE3となる条件は、

$$E1 > E3 \quad \dots (6)$$

である。

【0039】ここで、次のように定義されるユークリッド距離差(D2, D3)

$$D2 = E2 - E1 \quad \dots (7)$$

$$D3 = E3 - E1 \quad \dots (8)$$

を考える。

【0040】図5は、図1の構成において算出されるユークリッド距離差(D2 = E2 - E3, D3 = E3 - E1)の分布を例示する図である。図5において、ユークリッド距離差D2, D3の各分布が0以下となる領域がエラーに対応する。

【0041】いま、ユークリッド距離差D2, D3の平均をそれぞれM2, M3とし、距離差D2, D3の標準偏差をそれぞれσ2, σ3とする。すると、パターン1を記録したときに、その再生信号の識別結果がパターン2にならないためのマージンMgn2は、

$$Mgn2 = M2 / \sigma2 \quad \dots (9)$$

となる。

【0042】同様に、パターン1を記録したときに、その再生信号の識別結果がパターン3にならないためのマージンMgn3は、

$$Mgn3 = M3 / \sigma3 \quad \dots (10)$$

となる。

【0043】ここで、パターン1を記録したときに、その再生信号の識別結果がパターン2となる事象(パターン1と識別されるべきところをパターン2と誤認される事象)と、その再生信号の識別結果がパターン3となる事象(パターン1と識別されるべきところをパターン3と誤認される事象)は相反する事象と考えられる。

【0044】図6は、図1の構成において算出されるユークリッド距離差(D2 = E2 - E3, -D3 = E1 - E3)に基づくユークリッド距離修正量を説明する図である。

【0045】図6は、ユークリッド距離差D2およびD3の分布を例示している。図6の横軸上には、ある値

(7)

特開2003-151219

11

12

E_c (後述する記録補償パラメータ) が設定されている。そして、距離差分布D2および距離差分布-D3 * 3' は、

$$Mgn2' = (M2 - E_c) / \sigma 2 \quad \dots (11)$$

$$Mgn3' = (M3 + E_c) / \sigma 3 \quad \dots (12)$$

となる。

※つのマージンMgn2' およびMgn3' が等しい) と

【0046】式(11)および式(12)が等しい(2※ して、E_cについて解くと、

$$E_c = (\sigma 3 * M2 + \sigma 2 * M3) / (\sigma 2 + \sigma 3) \quad \dots (13)$$

が得られる。

【0047】式(13)により求めたE_c分だけ図6の分布(距離差分布D2および距離差分布-D3)を全体的にシフトさせれば(図6の例でいえば縦軸の原点

"0"を記録補償パラメータE_cの設定位置まで右方向にずらす)、「パターン1」を記録したときにその再生信号の識別結果がパターン2となる確率と、その再生信号の識別結果がパターン3となる確率とが等しくなる。この状態が、最も誤り難い状態に対応する。

【0048】つまり、記録補償パラメータE_cに対応する波形補償量WCを図1のパラメータ算出部224で生成し、生成された補償量WCを図1の記録波形作成部230に与えて上記「パターン1」を記録したときに識別結果がパターン2となる確率と識別結果がパターン3となる確率とが等しくなる」ような記録補償を施すことにより、記録情報に対する再生信号の読み誤りの確率が最も低い状態が得られる。これにより、例えばブルーレーザを用いた高密度光ディスクにおいても、良好な記録/再生を行うことができるようになる。

【0049】なお、記録補償パラメータE_cの符号は「記録マークを大きくするのか小さくするのか」に対応し、E_cの絶対値は「記録マークサイズの変化量」に対応している。また、図6の例示でいえば、記録補償パラメータE_cの符号は「E_cの設定位置を原点"0"の右側に設定するのか左側に設定するのか」を示し、E_cの絶対値は「E_cの設定位置が原点"0"からどれだけずれるのか」を示している。

【0050】ここで、記録補償パラメータE_cの単位はユークリッド距離である。ユークリッド距離(E_c)を信号の振幅(V_c)に変換するには、理想信号の系列長が「7」であるので、

$$V_c = \sqrt{E_c / 7} \quad \dots (14)$$

とすればよい。あるいは、使用するPR特性の拘束長が「4」であることから、

$$V_c = \sqrt{E_c / 4} \quad \dots (15)$$

とすればよい。

【0051】記録パルスE230の補償量WCを求めるには、式(14)または式(15)で示される振幅補償値V_cから時間補償量を求め、更にパルス補償量を求める必要がある。しかし、このような2段階の変換内容は、マーク長やスペース長の他に記録媒体特性によっても変わってくるため、V_cからWCを得るための変換式

を求めることは、容易ではない。

【0052】しかし、式(13)のE_c、あるいは式(14)または式(15)のV_cから、次のようにして記録補償を施す方法ならば、容易に実施できる。すなわち、例えば、E_cから記録補償量を求めるには、図6の原点"0"近傍に不感帯を設ける。そして、E_cがこの不感帯内にあれば、次の記録補償量WCは変化無しとする。E_cが不感帯よりも大きければ、次の記録補償量は+1ステップとする。逆にE_cが不感帯よりも小さければ、次の記録補償量は-1ステップとする。こうして求めた記録補償量(WC)の増減/無変化[-1、0、+1]に応じて、例えば、図7に例示されるような記録波形E230のファーストパルスの幅を増減することで、記録波形E230に対する補償を行うことができる。

【0053】なお、上記不感帯の幅(サイズ)および±ステップの大きさ(1ステップあたりWCをどの程度変化させるか)は、実際の装置において試験することで決定すればよい。

【0054】記録波形E230に対する補償方法は、記録波形E230のファーストパルスの幅を増減することに限られない。ファーストパルス、ラストパルスおよび/またはクレーンパルスの幅を増減する方法もある。

【0055】また、記録波形パルスE230の変化のさせ方は、図8(b)の破線で例示されるようなパルス幅変化に限られない。すなわち、図8(c)の破線で例示されるようなパルス高変化であっても、図8(d)の破線で例示されるようなパルスの位相変化であってもよい。また、図8(b)~(d)のパルス幅変化、パルス高変化、および/またはパルス位相変化は、適宜組み合わせられてもよい。

【0056】このように、波形補償量WCに基づいて記録波形E230のパルス幅、パルス高、および/またはパルス位相を変化させることにより、前記「パターン1」を記録したときに識別結果がパターン2となる確率と識別結果がパターン3となる確率とが等しくなる」ように制御することを、この実施の形態では、「記録波形の適応制御」と呼ぶことにする。

【0057】このようにして、「記録波形の適応制御」により新しくできた記録波形パルスE230を用いて記録再生を行い、その記録再生に伴い前述した方法でE_cを計算し、以下同様の手順を数回繰り返す。この操作の

(8)

特開2003-151219

13

繰り返すにより、記録波形パルスE230は(個別の記録再生システムおよび/または個々の光ディスクに対して)最適化され、良好な記録再生ができるようになる。

【0058】なお、上記の例では記録波形パルスE230の変化量を[-1, 0, +1]の3ステップとしたが、Ecの区間をもっと細かく分割し、例えば、[-2, -1, 0, +1, +2]のように5ステップにしてもよい。

【0059】ところで、記録波形パルスE230算出の繰り返すを何回行うかは、予めその回数を決めておく方★

$$E_o = \sum \{Y(t) - p(t)\}^2$$

--- (16)

であり、同様に、Y(t)とp'(t)とのユークリッド距離Eeは、

$$E_e = \sum \{Y(t) - p'(t)\}^2$$

--- (17)

である。EoとEeとから、ユークリッド距離差

$$D = E_e - E_o$$

--- (18)

を求める。このユークリッド距離差Dの平均Mおよび★ ★の標準偏差σから、

$$Mgn = M/\sigma$$

--- (19)

を求める。式(19)に示される評価指標値Mgnがある値以上となるまで、先の記録波形パルスE230の算出を繰り返す行う。

【0061】図1その他を参照して説明した第1の実施の形態では、光ディスク100に記録されるマーク/スペースの長さを2T、3T、≥4Tの3種類に分けたが、マーク/スペースの長さの分類はもっと多くしてもよい。例えば、マーク/スペースの長さを2T、3T、4T、≥5Tの4種類に分けてもよい。

【0062】図9は、マーク/スペースの長さを2T、3T、4T、≥5Tの4種類に分けた場合の、パターン1、2、3と距離メモリ220/222の構成との対応関係を例示している。パターンの種類が異なる(3種類が4種類に増えた)こと以外は、図1その他を参照して説明した第1の実施の形態と同様の手順で記録波形パルスE230を求めることができる。

【0063】この発明の実施の形態によれば、再生信号E200を記録データRDの理想信号と一致させる場合よりも、更に良好な再生信号が得られるような記録再生が可能となる。

【0064】例えば、図3の第4行において、パターン1とパターン2の理想信号のユークリッド距離は「12」であり、パターン1とパターン3の理想信号のユークリッド距離は「10」である。パターン1の理想信号と一致するような記録が行われた場合、再生信号劣化の支配的要因を白色雑音とすると、Mgn2 > Mgn3となり、Ec < 0となる。つまり、2Tマークが小さくなるように記録することとなる。

【0065】2Tマークが小さくなる場合でも、ビタビ復号器(後述する図15の240)を利用すれば、再生信号の読み取りエラーを回避できる。これは、ビタビ復

14

*法が考えられる。別の方法として、再生信号の信号品質を示す評価指標値(以下に述べるMgn)が規定の値を満たすまでとする方法も考えられる。

【0060】再生信号の信号品質を示す評価指標値として、式(9)または式(10)を用いることができる。以下、式(9)または式(10)を一般化して説明する。あるデータを記録したときの再生信号をY(t)、記録したデータの理想信号をp(t)とし、記録したデータ以外の任意のデータの理想信号をp'(t)とする。Y(t)とp(t)とのユークリッド距離Eoは、

--- (16)

であり、同様に、Y(t)とp'(t)とのユークリッド距離Eeは、

$$E_e = \sum \{Y(t) - p'(t)\}^2$$

--- (17)

である。EoとEeとから、ユークリッド距離差

$$D = E_e - E_o$$

--- (18)

を求める。このユークリッド距離差Dの平均Mおよび★ ★の標準偏差σから、

$$Mgn = M/\sigma$$

--- (19)

20 号器では変調符号規則の1Tが含まれないことが利用されており、2T信号が多少小さくてもエラーを生じないことに対応する。

【0066】しかしながら、再生信号が理想信号よりもずれるようになった場合、別の不都合が起きる場合がある。例えば、再生信号E200が中心レベルを通過するタイミングからクロックを抽出するタイミング生成回路が用いられる場合、図1の第1の実施の形態では、クロックの精度が劣化する恐れがある。その場合には、図3の 패턴の代わりに、図10の图案を使用すればよい。図10の图案では、実際にはビタビ復号器が出力しない1T信号をパターン2、3に採用することで、再生信号E200はパターン1の理想信号に近づく。同様に、図9の图案の代わりに、図11图案のを採用すればよい。

【0067】図12は、図3または図10に例示されたパターンを利用したときの記録補償量(WC)決定パターンの一例を説明する図である。

【0068】記録補償量(WC)決定用パターン(記録データRD)としては、ランダムなデータを採用し、その中からパターン1を抽出する方法が考えられる。別の方法として、図12に示されるようなパターンを記録補償量(WC)決定用パターンとして採用することもできる。図12の图案は、図2の图案1が全て含まれる图案になっている。更に、その並びに工夫しており、nTマーク/mTスペースの記録補償量を求める图案の次には、nTスペース/mTマークの記録補償量を求める图案がくるようになっている。このような並びにすることにより、図12の图案は1行毎にDSV(Digital Sum Value)が0となる。

【0069】同様に図9の图案に対する記録補償量

15

(WC) 決定用パターンとしては、図13に示されるようなものが考えられる。また、図10、図11のパターンに対する記録データ(RD)も、図12の場合と同様に与えられる。

【0070】パターン1、2、3、あるいは、記録補償量(WC)決定用パターンについては、情報記録システム(装置)に予め記憶しておく(図1の210、212など)方法がある。一方、記録再生に使用される個々の媒体(光ディスク100)により、これらのパターンが異なる場合もある。このことを考慮して、個々の媒体の一部、例えば図14に示される光ディスク100のリードインエリア102に、パターン1、2、3および/または記録補償量(WC)決定パターンを予め記録しておく方法も考えられる。

【0071】このように個々の情報記録媒体(記録再生可能な生ディスク/ブランクディスク)に最適記録再生のためのパターンデータおよび/または記録補償量データを予め記録しておけば、その媒体を用いるシステム(記録再生装置など)は、素早く的確に、その媒体に合った記録波形で情報記録再生できるようになる。

【0072】なお、上記情報記録媒体(記録再生可能な生ディスク/ブランクディスク)の具体例として、DVD-RAM、DVD-RW、DVD-R等がある。また、最適記録再生のためのパターンデータおよび/または記録補償量データの記録場所は、図14のリードインエリア102に限定する必要はなく、データエリア104中の特定位置でも、リードアウトエリア106でもよい。

【0073】最適記録再生のためのパターンデータおよび/または記録補償量データの記録場所としては、通常はリードインエリア102が適当であるが、状況により別の場所が良いこともあり得る。例えば媒体がDVD-Rであり、このDVD-Rのデータエリア104の途中までデータ記録が済んでいる場合を考えてみる。この場合、データ記録が済んだ直後に続くの僅かな記録エリアXを利用して最適記録再生のためのパターンデータおよび/または記録補償量データを記録しておくことができる。そのDVD-Rに新たなデータ記録を行う際は、エリアXの記録内容(パターンデータおよび/または記録補償量データ)を利用して記録波形補償を行い、補償された記録波形でもって(エリアXの直後から)新たなデータをDVD-Rの未記録エリアに記録するように構成できる。

【0074】また、媒体が例えば両面に記録層を持つタイプの場合、A面記録が終了してB面記録に移る状況では、データ記録スタート位置がリードインエリア102よりもリードアウトエリア106の方に近いことがある。この場合、パターンデータおよび/または記録補償量データは、PUH200のシーク距離が短くて済むリードアウトエリア106に記録されているほうがよいこ

(9)

特開2003-151219

16

ともある(このような場合でも、パターンデータおよび/または記録補償量データの記録場所をリードインエリア102にしておくことは妨げない)。

【0075】図15は、この発明の他の実施の形態に係る情報記録再生システム(装置)(第2の実施の形態)の構成を説明する図である。図15の実施の形態は、図1の実施の形態にビタビ復号器240を追加した構成を待っている。別の言い方をすると、図15の実施の形態では、パターン判別器210の入力として、記録データRDではなく、ビタビ復号器240からの識別結果D240が利用されている。このビタビ識別結果D240を利用する場合、図5に例示された分布の0以下は無くなり、記録波形ハルスE230を求める際に算出誤差が生じるようになる。しかしながら、記録データRDと再生信号E200との位相調整が難しい場合には、図15の実施の形態のようにビタビ復号器240を利用することは有効な方法である。

【0076】なお、この発明は上記各実施の形態に限定されるものではなく、その実施の段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々な変形・変更が可能である。

【0077】例えば、式2～式4ではユークリッド距離Eaを $Ea = \sum \{Y(t) - Px(t)\}^2$ という算出方法(2乗することで大きさの累積値を求める)で求めているが、このEaに対応する別の情報として $Eb = \sum |Y(t) - Py(t)|$ を算出してもよい(絶対値をとることで大きさの累積値を求める)。

【0078】また、以上述べた実施の形態の説明ではPR(1,2,2,1)特性を用いたが、その他のPR特性を用いてもこの発明を実施することは可能である。また、RL(1,7)符号以外の変調符号を用いてもこの発明を実施することができる。

【0079】また、各実施の形態は可能な限り適宜組み合わせられて実施されてもよく、その場合組み合わせによる効果が得られる。

【0080】さらに、上記実施の形態には種々な段階の発明が含まれており、この出願で開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。たとえば、実施の形態に示される全構成要件から1または複数の構成要件が削除されても、この発明の効果あるいはこの発明の実施に伴う効果のうち少なくとも1つが得られるときは、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得るものである。

【0081】<各実施の形態の要点まとめ>

(1) 符号ビット列“10”または“01”を含む第1のパターンと、前記符号ビット列“10”または“01”に対応する箇所が“00”である第2のパターンと、前記符号ビット列“10”または“01”に対応する箇所が“11”である第3のパターンを対象パターンとして用意し、第1のパターンを記録したときの再生信号の第2のパターンへの誤り易さと、前記再生信号の第3のパターンへの誤り

17

易さが等しくなるように、記録補償を施す。

【0082】(2) 再生信号と第1のパターンとの距離 E_0 と、再生信号と第2または第3のパターンの距離 E_e とから、距離差 $D = E_e - E_0$ を求める。Dの平均 M とその標準偏差 σ を用いて、 M/σ で表される値から、再生信号の品質を判断する。

【0083】(3) 再生信号と第1のパターンとの距離 E_1 と、再生信号と第2のパターンの距離 E_2 と、再生信号と第3のパターンの距離 E_3 を求める。続いて $D_2 = E_2 - E_1$ 、 $D_3 = E_3 - E_1$ を求める。D2の平均を M_2 、標準偏差を σ_2 とし、D3の平均を M_3 、標準偏差を σ_3 としたとき、 $E_c = (\sigma_2 * M_3 + \sigma_3 * M_2) / (\sigma_2 + \sigma_3)$ なる E_c を求める。E_c から記録波形補償量を求める。

【0084】

【発明の効果】以上述べたように、この発明の実施によれば、再生信号の品質を適切に評価することができる。あるいは、適切な波形補正量を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施の形態に係る情報記録再生システム（第1の実施の形態）の構成を説明する図。

【図2】図1のシステムで用いられる理想信号発生器の構成の一例を説明する図。

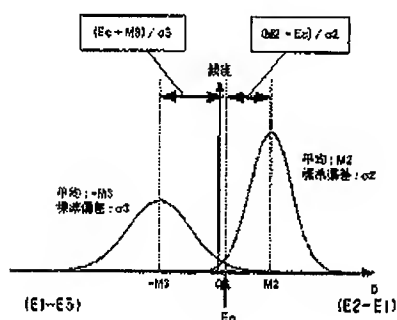
【図3】図1のシステムで用いられるパターンメモリの内容（パターン1、2、3）と距離差メモリの内容（マーク後端制御用、マーク前端的制御用）との関係の一例を説明する図。

【図4】図1の構成における再生信号（E200）と理想信号（IEA、IEB、IEC）との関係を説明する図。

【図5】図1の構成において算出されるユークリッド距離差（ $D_2 = E_2 - E_3$ 、 $D_3 = E_3 - E_1$ ）の分布を例示する図。

【図6】図1の構成において算出されるユークリッド距離差（ $D_2 = E_2 - E_3$ 、 $D_3 = E_3 - E_1$ ）に基づくユークリッド距離補正量を説明する図。

【図6】



(10)

特開2003-151219

18

*【図7】図1のシステムで用いられる記録波形パルスの具体例を説明する図。

【図8】図1のシステムで用いられる記録波形補償方法の一例を説明する図。

【図9】図1のシステムで用いられるパターンメモリの内容（パターン1、2、3）と距離差メモリの内容（マーク後端制御用、マーク前端的制御用）との関係の第2の例を説明する図。

【図10】図1のシステムで用いられるパターンメモリの内容（パターン1、2、3）と距離差メモリの内容（マーク後端制御用、マーク前端的制御用）との関係の第3の例を説明する図。

【図11】図1のシステムで用いられるパターンメモリの内容（パターン1、2、3）と距離差メモリの内容（マーク後端制御用、マーク前端的制御用）との関係の第4の例を説明する図。

【図12】図3または図10に例示されたパターンを利用したときの記録補償量決定パターンの一例を説明する図。

【図13】図9または図11に例示されたパターンを利用したときの記録補償量決定パターンの一例を説明する図。

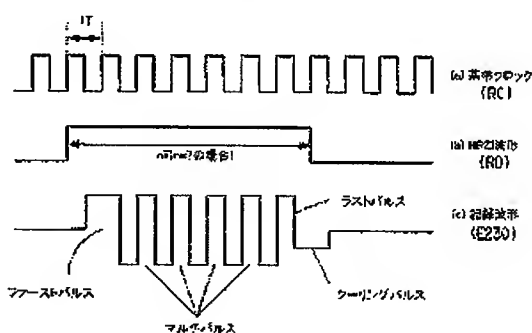
【図14】この発明により情報記録または情報再生を行う媒体としての光ディスク（DVD-RAM、DVD-RW、DVD-R等）の構成を説明する図。

【図15】この発明の他の実施の形態に係る情報記録再生システム（第2の実施の形態）の構成を説明する図。

【符号の説明】

100…光ディスク（DVD-RAM、DVD-RW、DVD-R等）；200…光ヘッド（PUH）；208（208A～208C）…距離計算器；210…パターン判別器；212…パターンメモリ；214（214A～214C）…理想信号発生器；220、222…距離差メモリ；224…パラメータ算出部；230…記録波形作成部；240…ビタビ復号器。

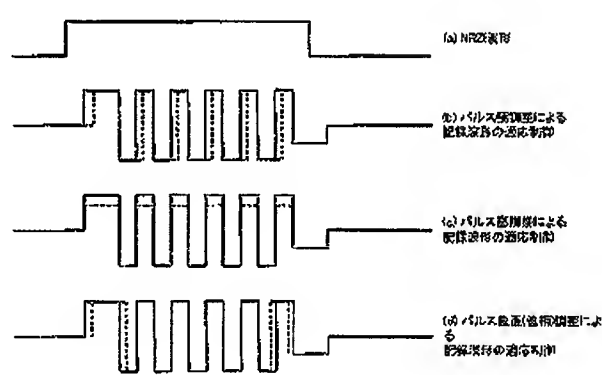
【図7】



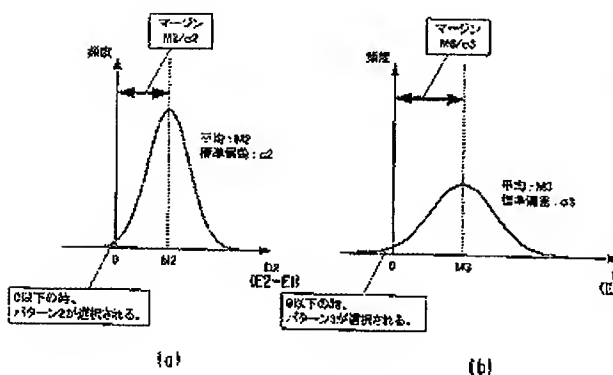
【圖12】



【图8】



【图 13】



```

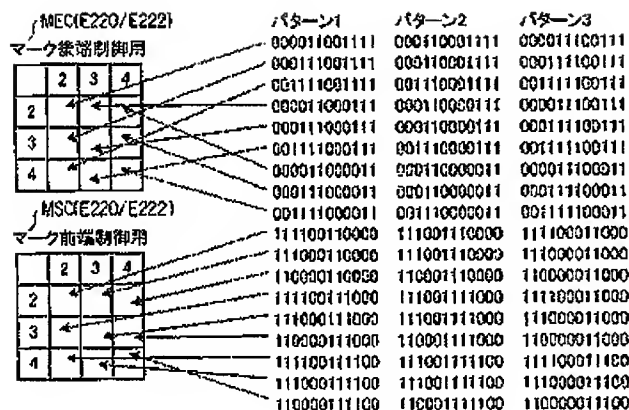
C0000000 10011111111001100000
C0000100 1100111111110001100000
C0000200 100111111111100001100000
C0000300 111100111111000001100000
C0000400 10001100011111110011100000
C0000500 11000111111111100011100000
C0000600 10011100011111100001100000
C0000700 111100011111000001100000
C0000800 10000110001111110001110000
C0000900 1100001111110001110000
C0001000 10000111111000111000
C0001100 11000011111000111000
C0001200 1000011111000111000
C0001300 1100001111000111000
C0001400 1000011111000111000
C0001500 1100001111000111000
C0001600 1000011111000111000
C0001700 1100001111000111000
C0001800 1000011111000111000
C0001900 1100001111000111000

```

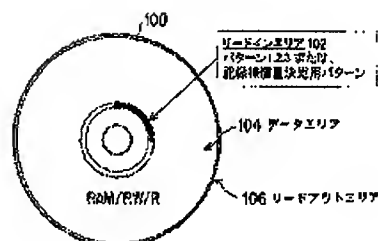
(12)

特開2003-151219

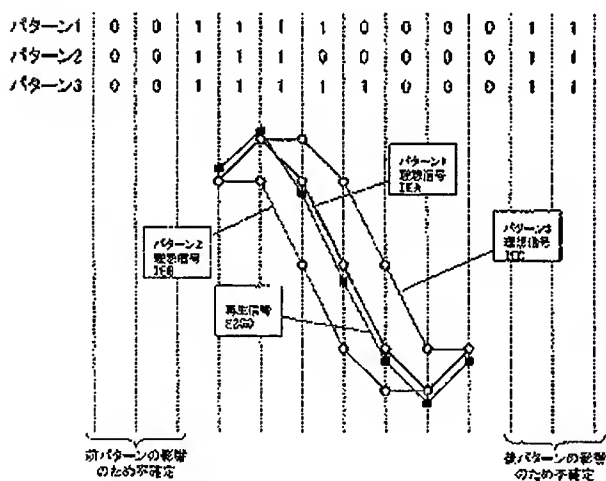
【図3】



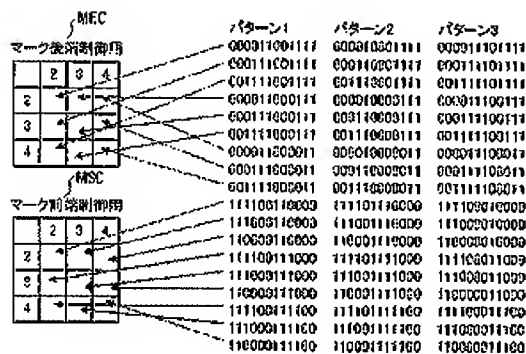
【図14】



【図4】



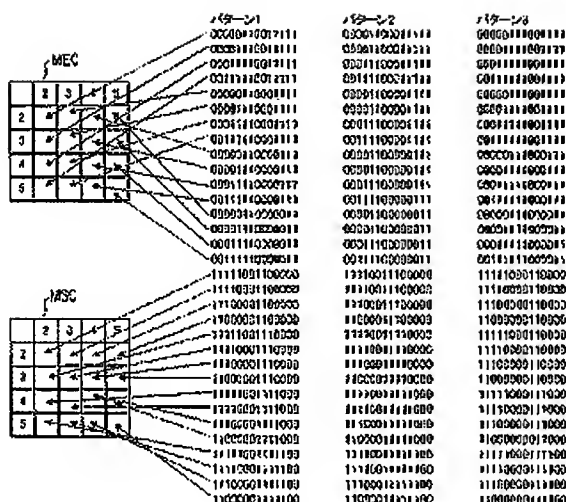
【図10】



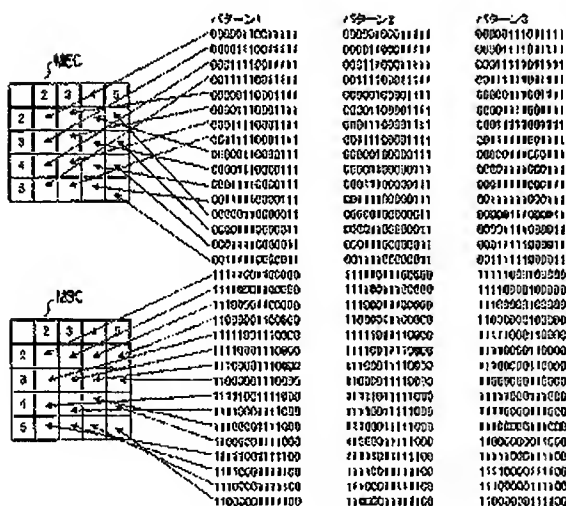
(13)

特開 2003-151219

【図 9】



【図 11】



[illegible]

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	付コード (参考)
G 1 1 B 20/18	5 7 2	G 1 1 B 20/18	5 7 2 C
			5 7 2 F
	5 7 4		5 7 4 L

(72)発明者 小川 昭入
神奈川県川崎市幸区御町70番地 株式会社
東芝御町事業所内

Fターム(参考) 5D044 BC04 CC04 DE68 DE84 GK18
5D09G AA01 CC04 CC18 EE13 FF41